

Einführung in die Fertigungstechnik

Von Dr. h. c. mult. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Warnecke
o. Professor an der Universität Stuttgart und
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik
und Automatisierung (IPA), Stuttgart

unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Pavel Svejda,
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und
Automatisierung (IPA), Stuttgart

2., überarbeitete und erweiterte Auflage
mit 166 Bildern und 7 Tabellen



B.G.Teubner Stuttgart 1993

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
1.1	Bedeutung und Aufgaben der Fertigungstechnik im Produktionsprozeß	1
1.1.1	Einteilung der Fertigungstechnik	3
1.1.2	Geschichtliche Entwicklung	4
1.2	Toleranzen, Paßsysteme, technische Oberflächen	7
1.2.1	ISO-Toleranzen und -Passungen	7
1.2.2	Technische Oberflächen	10
1.3	Werkstoffe	12
1.3.1	Aufbau und Struktur von Werkstoffen	12
1.3.2	Metallische Werkstoffe	15
1.3.3	Nichtmetallische Werkstoffe	26
2	Urformen	34
2.1	Urformen aus dem flüssigen Zustand	34
2.1.1	Gießen mit verlorenen Formen	38
2.1.2	Gießen mit Dauerformen	47
2.2	Urformen aus dem ionisierten Zustand	55
2.2.1	Galvanoformung	55
2.3	Urformen aus dem festen Zustand	57
2.3.1	Sintern	57
3	Umformen	61
3.1	Grundlagen der Umformtechnik	61
3.2	Druckumformen	62
3.2.1	Walzen	62
3.2.2	Gesenkformen	68
3.2.3	Eindrücken	70
3.2.4	Durchdrücken	71
3.3	Zugdruckumformen	75
3.3.1	Durchziehen	75
3.3.2	Tiefziehen	76
3.3.3	Drücken	78
3.4	Zugumformen	80
3.4.1	Streckziehen	80

3.4.2	Hohlprägen	81
4	Trennen	82
4.1	Zerteilen	83
4.1.1	Einfaches Scherschneiden	83
4.1.2	Sonderverfahren des Scherschneidens	87
4.2	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	90
4.2.1	Grundlagen der Zerspanung	90
4.2.2	Drehen	98
4.2.3	Bohren, Senken, Reiben	102
4.2.4	Fräsen	105
4.2.5	Räumen	109
4.2.6	Sägen	111
4.3	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	111
4.3.1	Schleifen	112
4.3.2	Honen	115
4.3.3	Läppen	116
4.3.4	Strahlspanen	117
4.4	Abtragen	119
4.4.1	Thermisches Abtragen	119
4.4.2	Chemisches Abtragen	126
4.4.3	Elektrochemisches Abtragen	127
5	Fügen	128
5.1	Fügen durch Schweißen	129
5.1.1	Preßschweißen	132
5.1.2	Schmelzschweißen	139
5.2	Fügen durch Löten	147
5.3	Fügen durch Kleben	150
6	Beschichten	152
6.1	Beschichten aus dem flüssigen Zustand	153
6.1.1	Lackieren	154
6.1.2	Lackieren durch Tauchen	159
6.1.3	Lackieren durch Zerstäuben	163
6.2	Beschichten aus dem festen Zustand	169
6.2.1	Elektrostatisches Pulverbeschichten	171
6.3	Beschichten aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand	173

6.3.1	PVD-Verfahren	173
6.3.2	CVD-Verfahren	175
6.4	Beschichten aus dem ionisierten Zustand	178
6.4.1	Galvanisieren	179
6.4.2	Anodische Oxidation	180
6.4.3	Elektrolytische Tauchabscheidung	181
6.4.4	Chemische Tauchabscheidung (Reduktionsverfahren)	182
7	Stoffeigenschaftändern	183
7.1	Grundlagen der Wärmebehandlung von Stahlwerkstoffen	184
7.2	Thermische Wärmebehandlungsverfahren von Stahlwerkstoffen ...	187
7.2.1	Glühen	187
7.2.2	Härten und Vergüten	189
7.3	Thermochemische Wärmebehandlungsverfahren von Stahlwerkstoffen	195
7.3.1	Eindiffusion von Nichtmetallen	195
7.3.2	Eindiffusion von Metallen	196
7.4	Wärmebehandlung von Eisen-Gußwerkstoffen	197
7.5	Wärmebehandlung von NE-Metallen	197
8	Kunststoffverarbeitung	199
8.1	Urformen	201
8.1.1	Extrudieren	201
8.1.2	Blasformen	206
8.1.3	Spritzgießen	207
8.1.4	Pressen	209
8.1.5	Schäumen	209
8.1.6	Urformen faserverstärkter Formteile	210
8.2	Umformen	211
8.2.1	Warmformen	211
8.2.2	Kaltformen	212
8.3	Trennen	213
8.4	Fügen	214
8.4.1	Schweißen	214
8.4.2	Kleben	217
8.5	Beschichten	217
8.6	Recycling	218

VIII

9	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Auswahl von	
	Fertigungsverfahren	219
9.1	Technologischer Variantenvergleich	220
9.2	Bewertungsmethoden beim Variantenvergleich	222
9.2.1	Kostenrechnung und Kalkulation	222
9.2.2	Wirtschaftlichkeitsrechnung	226
9.2.3	Beurteilung des wirtschaftlichen Risikos	230
9.2.4	Nutzwertanalyse	232
9.3	Qualitätsaspekte bei der Verfahrensauswahl	232
9.4	Organisationsformen der Fertigung	232
	Literaturverzeichnis	238
	Stichwortverzeichnis	246